

Rec'd PCT/PTO 06 DEC 2004

PCT/E03/01833

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**10/516728**



REC'D 30 JUL 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Aktenzeichen:** 102 41 979.5

**Anmeldetag:** 11. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** Bosch Rexroth AG, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Hydrotransformator

**IPC:** F 04 B 1/30

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 25. Juni 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Dzierzon

## Beschreibung

### Hydrotransformator

5

Die Erfindung betrifft einen Hydrotransformator gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10 Ein Hydrotransformator ist eine Einheit, bei der durch hydraulische Kupplung eines Hydromotors und einer Pumpe ein Energiestrom  $Q_1 \times p_1$  in einen Energiestrom  $Q_2 \times p_2$  umgewandelt wird. Dabei wird einer vorhandenen Druckversorgung nur so viel hydraulische Energie entnommen, wie zum Antrieb eines an die Pumpe angeschlossenen Ver-  
15 brauchers erforderlich ist. Derartige Hydrotransformatoren können als Radialkolbenmaschine, als Axialkolbenmaschine oder nach anderen kinematischen Funktionsprinzipien, beispielsweise als Flügelzellenmaschine ausgeführt sein.

20

Die US 3,188,963 zeigt einen als Schrägscheibenmaschine ausgeführten Hydrotransformator, bei dem in einem drehbaren Zylinder geführte Verdränger an einer fest stehenden Schrägscheibe abgestützt sind. Der Anstellwin-  
25 kel der Schrägscheibe bestimmt den Kolbenhub der Verdränger. Die Druckmittelzufuhr und -abfuhr erfolgt über eine Steuerscheibe mit vier Steuernieren, wobei jeweils ein Steuernierenpaar dem Motor bzw. der Pumpe zugeordnet ist.

30

In der US 3,079,864 ist ein Hydrotransformator in Flügelzellenbauweise offenbart. Bei dieser Lösung sind eine Vielzahl von in Radialrichtung verschiebbaren Verdrängern in einem Rotor gelagert und gegen einen Hubring vorgespannt. Die Druckmittelzu- und -abfuhr erfolgt  
35 ähnlich wie bei der vorbeschriebenen Lösung über eine stirnseitig angeordnete Steuerscheibe.

Aus der WO 9731185 A1 und der Druckschrift "Ein neuer alter Bekannter - der Hydrotransformator", Siegfried Rotthäuser, Peter Achten; O+P "Ölhydraulik und Pneumatik" 42 (1998) Nr. 6; S. 374 ff. ist der sogenannte INNAS-Hydrotransformator bekannt, bei dem das Übersetzungsverhältnis, das heißt das Verhältnis zwischen dem Eingangsdruck und dem zur Versorgung des Verbrauchers vorgesehenen Druck veränderbar ist. Hierzu ist ein Steuerspiegel mit drei Steuernieren versehen, dessen Relativposition zu den Totpunktlagen der Verdränger durch Verdrehen gegenüber der Schrägscheibe einer Axialkolbenmaschine veränderbar ist.

Aus der DE 100 252 48.6 ist eine Weiterbildung des in der WO 97/31185 A1 offenbarten Hydrotransformators bekannt. Bei dieser Lösung münden die Druckmittelanschlüsse (Versorgungsanschluss, Arbeitsanschluss, Tankanschluss) in Radialrichtung in die verdrehbare Steuereinrichtung ein, so dass die in Axialrichtung wirkenden Kräfte verringert sind.

Prinzipbedingt werden bei Hydrotransformatoren dieser Bauart die Verdrängerräume auch außerhalb der Totpunktlagen umgesteuert, wobei diese Umsteuerung bei beliebigen Kolbengeschwindigkeiten erfolgen kann. Die Umsteuerung läuft im Vergleich zu Pumpen und Motoren innerhalb eines wesentlich kleineren Drehwinkelintervalls ab, so dass vergleichsweise hohe Druckgradienten auftreten können, die zu hoher mechanischer Belastung des Hydrotransformators und einer starken Geräuschemission führen können.

Neben diesem hohen Druckgradienten gestaltet sich vor allem die Druckanpassung während der Umsteuerung in der Praxis sehr schwierig. Im Idealfall sollte der Druck während des gesamten Steuerwinkelintervalls linear bis zum nachfolgenden Druckniveau ansteigen bzw. absinken. Es

zeigte sich, dass ein derartiges Umsteuerverhalten nicht über den gesamten Betriebsbereich des Transformators realisierbar ist. Durch die starre Umsteuergeometrie kann es zu Kavitationen und Druckspitzen in den Umsteuerbereichen kommen, so dass die vorbeschriebenen Geräuschemissionen und die mechanische Belastung des Hydrotransformators weiter verstärkt wird.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Hydrotransformator zu schaffen, bei dem die Belastung durch Druckgradienten im Umsteuerbereich verringert ist.

Dieser Aufgabe wird durch einen Hydrotransformator mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß hat der Hydrotransformator eine Vielzahl von Verdrängern, die jeweils in einem Verdrängerraum geführt sind, und die mittels einer Umsteuereinrichtung mit einem Druck-, einem Verbraucher- oder einem Tankanschluss verbindbar sind, wobei die Relativposition der Umsteuereinrichtung relativ zu den Totpunktlagen der Verdränger veränderbar ist. Erfindungsgemäß wird das Ölvolumen des umzusteuern den Verdrängerraumes während der Umsteuerphase vergrößert. Dies erfolgt dadurch, dass der jeweilige Verdrängerraum in dieser Umsteuerphase mit einem Umsteuerraum verbunden wird. Durch diese Vergrößerung des Ölvolumens werden die Druckgradienten, Druckspitzen sowie die Geräuschemissionen in der Umsteuerphase erheblich verringert.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform hat die Steuereinrichtung drei am Umfang verteilte Steuerausnehmungen, wobei die Umsteuerräume jeweils im Bereich zwischen zwei benachbarten Steuerausnehmungen münden.

Dabei wird es besonders bevorzugt, wenn diese Steuer-  
ausnehmungen etwa nierenförmig ausgebildet sind und die  
Umsteuerräume jeweils in einem der Nierentrennstege  
münden.

5

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die  
Steuernieren und Durchgangsbohrungen der Umsteuerräume in  
einem Steuerspiegel der Steuereinrichtung ausgebildet.

10

Vorzugsweise hat die Umsteuereinrichtung im Anschluss  
an den Steuerspiegel einen Grundkörper, in dem ein sich  
an die Durchgangsbohrungen des Steuerspiegels anschlie-  
ßender Teil des Umsteuerraums ausgebildet ist.

15

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Volumen jedes  
Umsteuerraums größer oder zumindest gleich dem Verdrän-  
gungsvolumen eines Verdrängers ist.

20

Das Volumen des Umsteuerraums sollte vorzugsweise je-  
doch kleiner als das fünffache des Verdrängungsvolumens  
sein. Dieser Bereich kann sich jedoch in Abhängigkeit vom  
Systemdruck, der Schaltfrequenz und der Geometrie der  
Steuerbohrungen ändern.

25

Der erfindungsgemäße Hydrotransformator ist vorzugs-  
weise als Axialkolben-Schrägachseneinheit ausgeführt. Wie  
eingangs bereits erwähnt, kann die Erfindung auch bei  
anderen kinematischen Funktionsprinzipien für Hydrotrans-  
formatoren angewendet werden.

30

Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung  
sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

35

Im folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel  
der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher  
erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine dreidimensionale Darstellung eines Hydrotransformators in Schrägachsenbauweise;

5        Figur 2 eine Vorderansicht auf ein Steuerteil des Hydrotransformators aus Figur 1;

Figur 3 eine dreidimensionale Darstellung des Steuer-  
teils aus Figur 2 und

10

Figur 4 einen Längsschnitt durch das Steuerteil aus  
den Figuren 2 und 3.

Figur 1 zeigt eine dreidimensionale Prinzipdarstellung eines Hydrotransformators 1, der in Schrägachsenbauweise ausgeführt ist. Prinzipiell lässt sich ein derartiger Hydrotransformator 1 als Kombination eines hydraulischen Motors und einer hydraulischen Pumpe darstellen, die mechanisch aneinander angekoppelt sind. Gemäß dem  
15 eingangs beschriebenen Stand der Technik können Hydrotransformatoren durch verstellbare Verdrängereinheiten realisiert werden, wobei vorzugsweise Axialkolbenmaschinen oder Flügelzellenmaschinen zum Einsatz kommen. Prinzipiell ist jedoch jede Verdrängereinheit einsetzbar, bei  
20 der die Verdränger derart ansteuerbar sind, dass sie aufeinanderfolgend mit drei Druckniveaus - dem Versorgungsdruck, dem Tankdruck und dem Verbraucherdruck (Arbeitsdruck) in Wirkverbindung bringbar sind.  
25

Der Hydrotransformator 1 nach Figur 1 hat ein Winkelgehäuse 2, in dem in einer Zylindertrommel geführte Verdränger, ein Triebflansch und eine Triebwelle angeordnet sind. An das Winkelgehäuse 2 ist ein Steuergehäuse 4 angesetzt, das durch einen Deckel 5 verschlossen ist. Die  
30 Zu- und Abführung des Druckmittels in bzw. aus den Zylinderräumen erfolgt über ein im Steuergehäuse 4 unterge-  
35

brachtes Steuerteil 12, durch dessen Verstellung das Übersetzungsverhältnis zwischen Pumpe und Motor veränderbar ist. Die Umsteuereinrichtung lässt sich mittels einer Verstelleinrichtung, wie mittels eines Elektromotors 6  
5 oder eines sonstigen geeigneten Antriebs, beispielsweise eines Zahnradtriebs mit Bezug zu den Totpunktlagen der Verdränger verstellen.

10 Am Winkelgehäuse 2 und am Deckel 5 sind ein Arbeitsanschluss B, ein Tankanschluss T und ein Versorgungsanschluss A vorgesehen. Diese Anschlüsse können als Axial- oder Radialanschlüsse ausgeführt sein.

15 Der Aufbau der Schrägachseneinheit mit den Verdrängern ist aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt. Diesbezüglich sei beispielsweise auf die Patentanmeldung DE 100 252 48 verwiesen, so dass auf eine detaillierte Beschreibung der Schrägachseneinheit verzichtet werden kann.

20

Das im Steuergehäuse 4 drehbar gelagerte Steuerteil 12 aus den Figuren 2 bis 4 hat an seinem Aussenumfang einen Flansch 14 zur axialen Anlage eines nicht näher dargestellten Zahnrades. Über dieses Zahnrad lässt sich  
25 das Steuerteil 12 mit Bezug zu den Totpunktlagen der Verdränger verstellen. Das Steuerteil 12 hat stirnseitig (Ansicht nach Figur 2) einen Steuerspiegel 16, der dichtend an der drehbar im Winkelgehäuse 2 aufgenommenen Zylindertrommel anliegt. In dieser Zylindertrommel sind  
30 die axialverschiebbaren und an einer Schrägachse abgestützten Verdränger geführt. Der Steuerspiegel 16 wird von drei am Umfang verteilten Steuernieren 18, 20, 22 durchsetzt. Zwischen jeweils zwei benachbarten Steuernieren verbleibt ein Nierentrennsteg 25, in dem eine axiale  
35 Sackbohrung 23, 27 bzw. 29 mündet.

Wie insbesondere aus der dreidimensionalen Darstellung des Steuerteils 12 in Figur 3 hervorgeht, ist der Steuerspiegel 16 Teil eines Grundkörpers 24, an dessen Aussenumfang der Flansch 14 ausgebildet ist. Im Grundkörper 24 sind Verbindungskanäle 26, 28, 30 ausgebildet, über die die Steuernieren 18, 20 bzw. 22 mit den zugeordneten Druckmittelanschlüssen verbunden sind. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Steuerniere 18 über den Verbindungskanal 26 und radial einmündende Kanäle 32 mit dem Tankanschluss T, die Steuerniere 20 über den Verbindungskanal 28 und einen schräg zur Achse 34 des Steuerteils 12 verlaufenden Schrägkanal 36 mit dem Verbraucher- oder Arbeitsanschluss B und die Steuerniere 22 über drei achsparallel verlaufende Bohrungen 38 mit dem Versorgungsanschluss A verbunden. D. h., je nach Relativposition zu den Steuernieren 18, 20, 22 können die Verdränger mit dem Druck am Tankanschluss T, am Arbeitsanschluss B oder dem Versorgungsanschluss A beaufschlagt werden. Die Breite der Nierentrennsteg 25 ist so gewählt, dass ein Verdrängerraum in der Umsteuerphase zwischen zwei benachbarten Steuernieren vom Nierentrennsteg 25 überdeckbar ist. Bei herkömmlichen Lösungen sind diese Nierentrennsteg geschlossen, so dass in der Umsteuerphase eine vollständige Abdeckung des Verdrängerraums erfolgt. Erfindungsgemäß werden in der Umsteuerphase die sich im Bereich der Nierentrennsteg 25 befindlichen Verdrängerräume über die Sackbohrungen 23, 27 und 29 mit in Figur 3 dargestellten Toträumen 40, 42 und 44 verbunden. Diese sind als axial und radial bzw. schräg angestellte Bohrungsabschnitte im Grundkörper 24 ausgebildet und in Figur 3 der Deutlichkeit halber außerhalb des Steuerteils 12 dargestellt. Die Geometrie der vorbebeschriebenen Verbindungskanäle 26, 28, 30 und der davon getrennten Toträume 40, 42, 44 hängt von der Geometrie des Grundkörpers 24 ab. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Totraum 44 im wesentlichen durch einen



zentrisch liegenden, axial verlaufenden Hohlraum gebildet, der über eine Querbohrung mit der Sackbohrung 29 verbunden ist. Die beiden Umsteuerräume 40 und 42 sind durch radial versetzte, im wesentlichen in Axialrichtung verlaufende Bohrungsabschnitte ausgebildet, die jeweils durch Schräg- oder Radialbohrungen miteinander verbunden sind. Der Totraum 44 ist zum Steuerspiegel 16 hin durch eine Verschlusschraube 45 verschlossen. Die in Axialrichtung verlaufenden Bohrungen der beiden anderen Toträume sind von der dem Steuerspiegel 16 abgelegenen Stirnseite des Steuerteils 12 aus in diese eingebracht und durch Verschlusschrauben 46 verschlossen. Ebenso sind die Radialbohrungen der Toträume außen durch Verschlusschrauben verschlossen. Das Volumen der Umsteuerräume, zu dem auch das Volumen der Sackbohrungen 23, 27, 29 zu zählen ist, entspricht jeweils zumindest dem Verdrängungsvolumen eines Verdrängers und sollte zur Minimierung von Kompressions- und Dekompressionsverlusten das 5fache des Verdrängungsvolumens eines Verdrängers nicht übersteigen.

Die in der rotierenden Zylindertrommel aufgenommenen Verdränger werden im Verlauf ihrer Drehbewegung aufeinanderfolgend mit den drei Steuernieren 18, 20 und 22 verbunden und mit dem entsprechenden Druck beaufschlagt. In der Umsteuerphase wird der jeweilige Verdrängerraum über eine der drei Durchgangsbohrungen 23, 27 und 29 mit dem zugeordneten Totraum 40, 42 bzw. 44 verbunden, so dass praktisch das Ölvolumen des zugeordneten Verdrängerraums um das Volumen des Totraums vergrößert wird. Durch die daraus resultierende weiche Umsteuerung werden die vorbeschriebenen Belastungen und Geräuschemissionen erheblich verringert und somit der Wirkungsgrad des Hydrotransformators gegenüber herkömmlichen Lösungen verbessert. Erste Testläufe mit dem erfindungsgemäßen Hydrotransformator

bestätigen die Überlegenheit gegenüber den bekannten Lösungen.

Wie bereits erwähnt, spielt die Form der Hohlräume  
5 innerhalb des Grundkörpers 24 eine untergeordnete Rolle.  
Wesentlich ist, dass das Volumen der in den Umsteuerzonen  
wirksamen Toträume in Abhängigkeit vom Systemdruck, der  
Schaltfrequenz und der Geometrie der Durchgangsbohrungen  
so gemessen wird, dass in der Umsteuerphase die Steifig-  
10 keit der "Ölfeder" herabgesetzt wird.

Offenbart ist ein Hydrotransformator mit einer Viel-  
zahl von Verdrängern, die jeweils in einen Verdrängerraum  
geführt sind. Die Druckmittelzufuhr und -abfuhr zu bzw.  
15 von den Verdrängerräumen wird über eine mit Steuerausneh-  
mungen versehene Steuereinrichtung gesteuert. Die Wirkpo-  
sition der Steuerausnehmungen mit Bezug zu den Totpunkt-  
lagen der Verdränger lässt sich verändern, wobei jeder  
Verdrängerraum in einer Umsteuerphase beim Übergang  
20 zwischen zwei benachbarten Steuerausnehmungen mit einem  
Totraum verbindbar ist.

	1	Hydrotransformator
	2	Winkelgehäuse
	4	Umsteuereinrichtung
5	6	Handhabe
	10	Steuergehäuse
	12	Steuerteil
	14	Flansch
	16	Steuerspiegel
10	18	Steuernieren
	20	Steuernieren
	22	Steuernieren
	23	Durchgangsbohrung
	24	Grundkörper
15	25	Nierentrennsteg
	26	Verbindungskanal
	27	Durchgangsbohrung
	28	Verbindungskanal
	29	Durchgangsbohrung
20	30	Verbindungskanal
	32	Kanäle
	34	Achse
	36	Schrägkanal
	38	Bohrungen
25	40	Umsteuerraum
	42	Umsteuerraum
	44	Umsteuerraum
	45	Verschlusschraube
30	46	Verschlusschraube

### Zusammenfassung

Offenbart ist ein Hydrotransformator mit einer Vielzahl von Verdrängern, die jeweils in einen Verdrängerraum geführt sind. Die Druckmittelzufuhr und -abfuhr zu bzw. von den Verdrängerräumen wird über eine mit Steuerausnehmungen versehene Steuereinrichtung gesteuert. Die Wirkposition der Steuerausnehmungen mit Bezug zu den Totpunktlagen der Verdränger lässt sich verändern, wobei jeder Verdrängerraum in einer Umsteuerphase beim Übergang zwischen zwei benachbarten Steuerausnehmungen mit einem Totraum verbindbar ist.

15

### Ansprüche

1. Hydrotransformator mit einer Vielzahl von Verdrängern, die in einem Verdrängerraum geführt sind und mit einer Umsteuereinrichtung (4) zur Steuerung der Druckmittelzufuhr und -abfuhr zu bzw. von den Verdrängern, wobei die Umsteuereinrichtung (4) zumindest zwei mit einem Druck- einem Verbraucher- oder einem Tankanschluss (B, A, T) verbundene Steuerausnehmungen (18, 20, 22) hat, deren Relativposition zu den Totpunktslagen der Verdränger veränderbar ist, gekennzeichnet durch einen Totraum (40, 42, 44), über den der Verdrängerraum in einer Umsteuerphase vergrößert ist.
2. Hydrotransformator nach Patentanspruch 1, wobei die Steuereinrichtung (4) drei am Umfang verteilte Steuerausnehmungen (18, 20, 22) hat und die Toträume (40, 42, 44) jeweils im Bereich zwischen den Steuerausnehmungen (18, 20, 22) münden.
3. Hydrotransformator nach Patentanspruch 2, wobei die Steuerausnehmungen Steuernieren (18, 20, 22) sind und die Toträume (40, 42, 44) jeweils in einem Nierentrennsteg (25) zwischen zwei benachbarten Steuernieren (18, 20, 22) münden.
4. Hydrotransformator nach Patentanspruch 2 oder 3, wobei die Steuereinrichtung (4) einen Steuerspiegel (16) hat, in dem die Steuernieren (18, 20, 22) und Durchgangsbohrungen (23, 27, 29) der Toträume (40, 42, 44) ausgebildet sind.
5. Hydrotransformator nach Patentanspruch 4, wobei ein sich an die Durchgangsbohrungen (23, 27, 29) anschließender Teil der Toträume (40, 42, 44) in einem Grundkör-

per (24) der Umsteuereinrichtung (4) ausgebildet ist, in dem zu den Anschlüssen (A, B, T) führende Verbindungskanäle (26, 28, 30 zumindest abschnittsweise vorgesehen sind.

5

6. Hydrotransformator nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei das Volumen jedes Totraums (40, 42, 44) größer oder gleich dem Verdrängungsvolumen eines Verdrängers ist.

10

7. Hydrotransformator nach Patentanspruch 6, wobei das Volumen des Totraums (40, 42, 44) kleiner als das fünffache des Verdrängungsvolumens ist.

15

8. Hydrotransformator nach einem der Patentansprüche 2 bis 7, wobei einer der Toträume (44) im wesentlichen axial und die beiden anderen Toträume (40, 42) im wesentlichen versetzt zur Achse (34) des Steuerteils (12) ausgebildet sind.

20

9. Hydrotransformator nach einem der vorhergehenden Patentansprüche wobei die Verdränger Kolben einer Axialkolben-Schrägachseneinheit sind.

25



A6

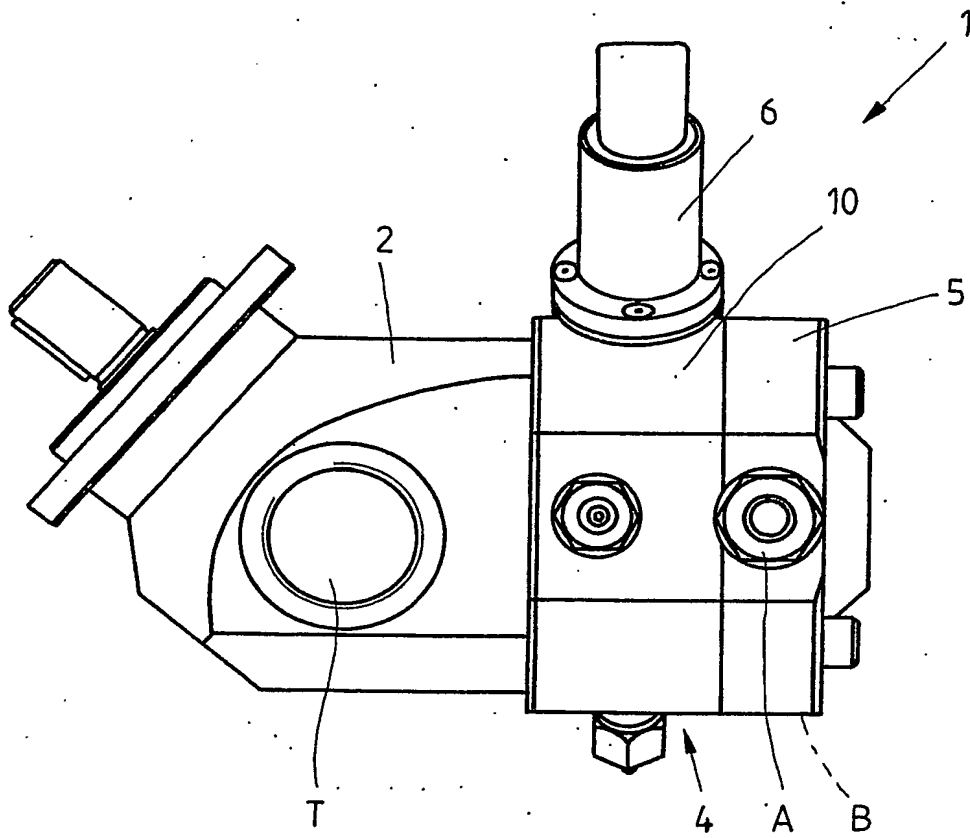


FIG. 1

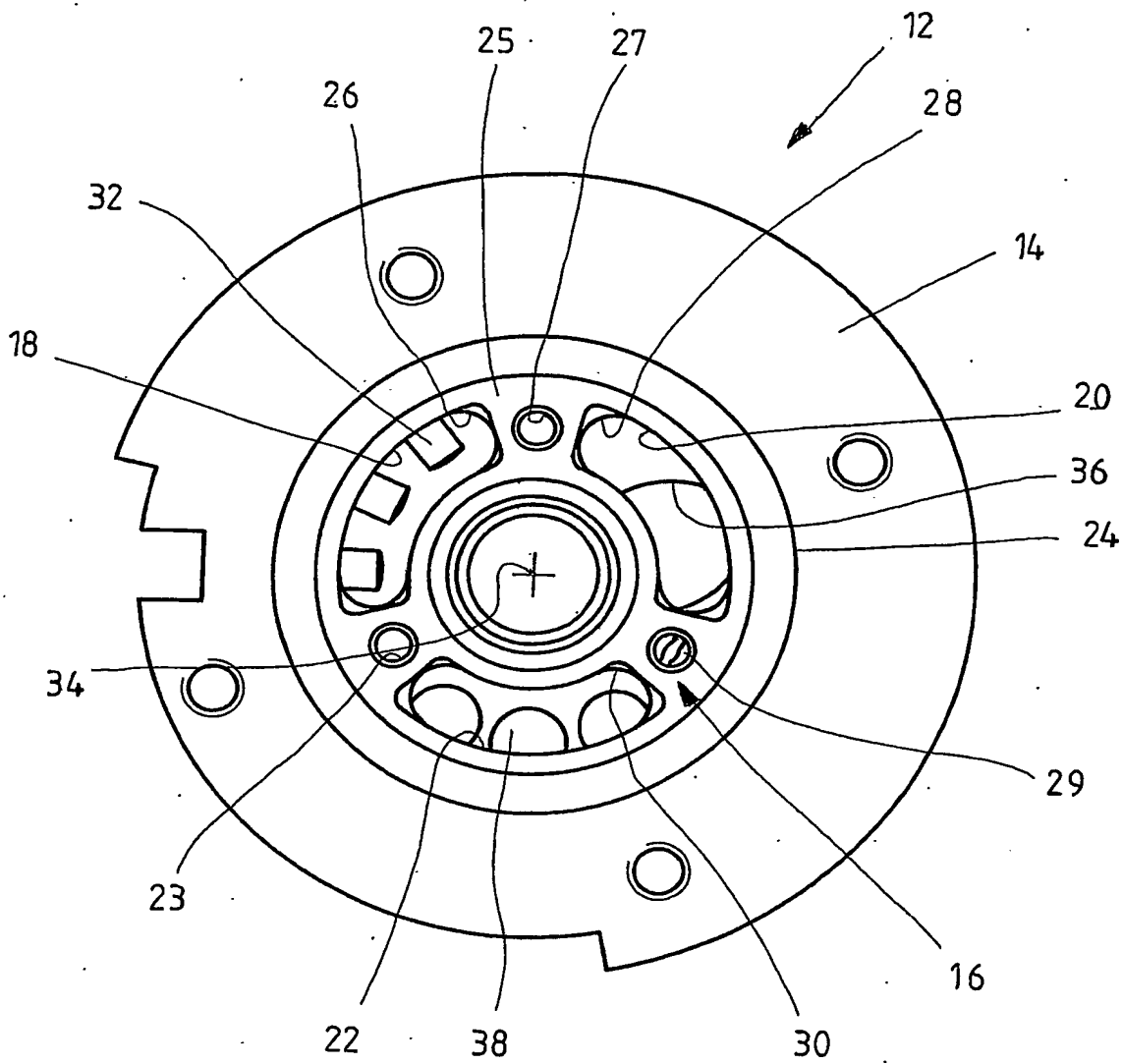


FIG. 2



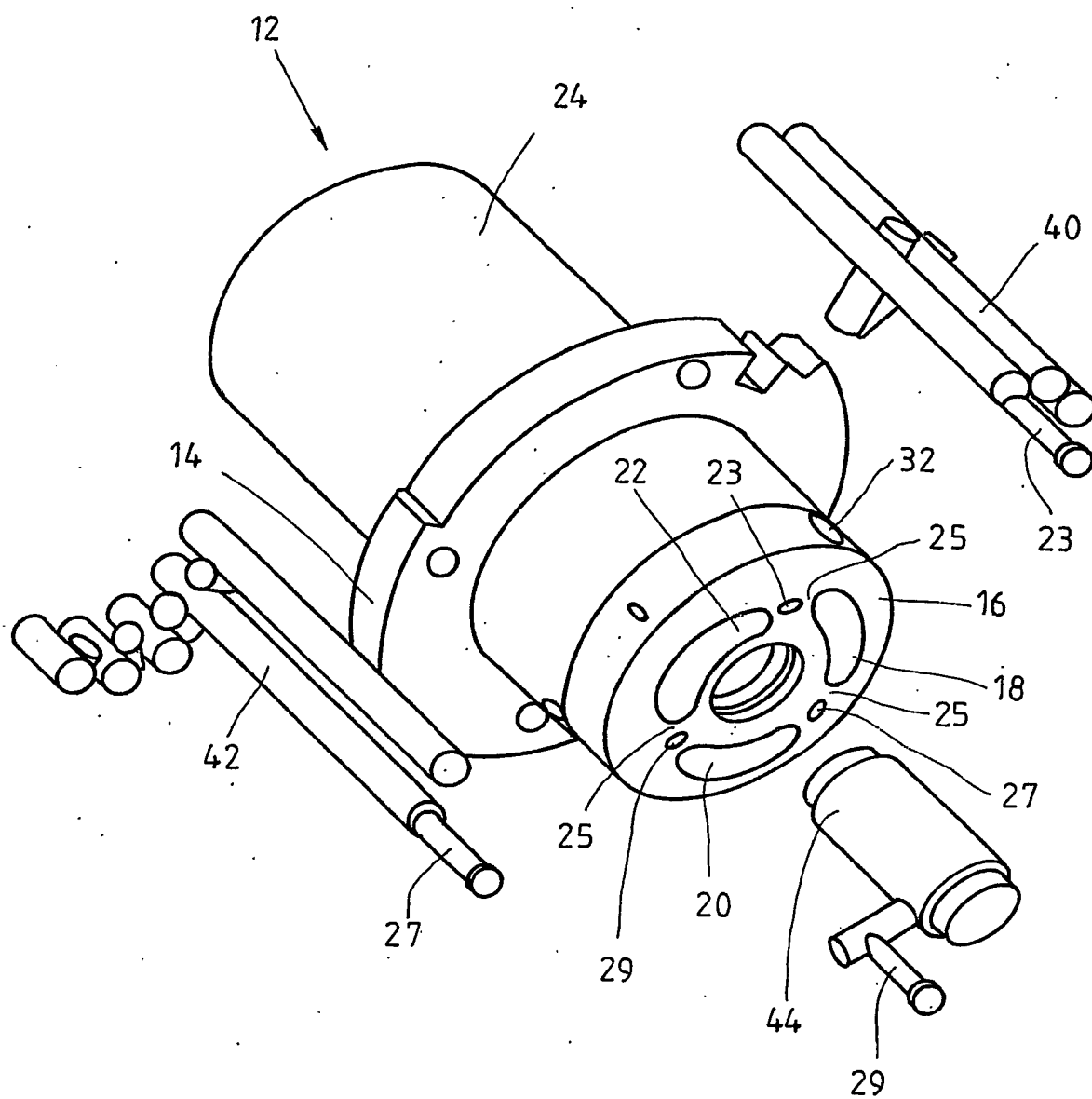


FIG. 3

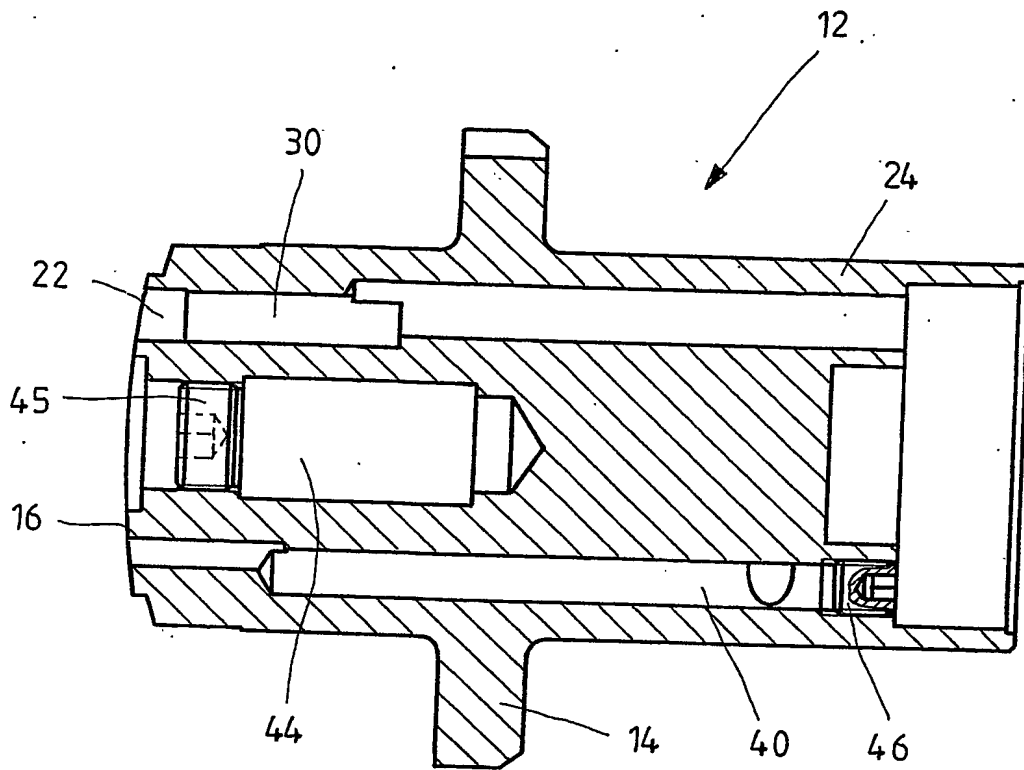


FIG. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**